A Hurtado (F)

Breves reflexiones sobre la importancia del estudio histológico de los elementos nerviosos, en Anatomía general.

PRUEBA ESCRITA

Que para optar la plaza
de profesor adjunto á la cátedra de

HISTOLOGÍA NORMAL,

GENERAL Y ESPECIAL

DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE MÉXICO

Presenta ante el Jurado calificador

FRANCISCO HURTADO

Doctor en Medicina y Cirugía de la Facultad de México,
ex-ayudante de la cátedra de Histología y Jefe de Clínica Externa en la Escuela N. de Medicina,
Médico del Hospital de Niños y del Consultorio de la Beneficencia Pública.

MÉXICO
IMPRENTA DEL GOBIERNO EN EL EX-ARZOBISPADO,
Dirigida por Sabás A. y Munguía.

1889

Sor Dr José Mª Bandera

Breves reflexiones sobre la importancia del estudio histológico de los elementos nerviosos, en Anatomía general.

PRUEBA ESCRITA

Que para optar la plaza
de profesor adjunto á la cátedra de

HISTOLOGÍA NORMAL,

GENERAL Y ESPECIAL

DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE MÉXICO

Presenta ante el Jurado calificador

FRANCISCO HURTADO

Doctor en Medicina y Cirugía de la Facultad de México,
ex-ayudante de la cátedra de Histología y Jefe de Clínica Externa en la Escuela N. de Medicina,
Médico del Hospital de Niños y del Consultorio de la Beneficencia Pública

MÉXICO
IMPRENTA DEL GOBIERNO EN EL EX-ARZOBISPADO,
Dirigida por Sabás A. y Munguía.

1889

AL HONORABLE PROFESORADO

Y Á LOS ALUMNOS

DE LA ESCUELA N. DE MEDICINA DE MÉXICO.

Suplico á mi muy querido maestro el Sr Prof. José Ma. Banderas, acepte este imperfecto estudio como un recuerdo de gratitud de su discípulo

Francisco Hurtado

México, Marzo 1/89.

A LOS DISTINGUIDOS CIRUJANOS

LOS SEÑORES DOCTORES

D. Eduardo Liceaga y D. Francisco de P. Chacón.

DEBIL MUESTRA DE CARIÑO Y RESPETO.

A MI MAESTRO EN HISTOLOGIA

EL SEÑOR DOCTOR

D. MIGUEL CORDERO

TESTIMONIO DE APRECIO Y GRATITUD.

FACULTAD DE MEDICINA DE MÉXICO.

BREVES REFLEXIONES

SOBRE

LA IMPORTANCIA DEL ESTUDIO HISTOLÓGICO

DE LOS ELEMENTOS NERVIOSOS

EN ANATOMIA GENERAL.

"Il ne suffit pas de conâitre anatomiquement les éléments organiques, il faut étudier leurs propriétés et leurs fonctions à l'aide de l'expérimentation la plus délicate; il faut faire, en un mot, l'histologie expérimentale. Tel est le but suprême de nos recherches. telle est la base de la médecine future."—Claude Bernard.—(Phisiologie Expérimentale.)

La histología del sistema nervioso presenta grandes dificultades, á causa de su estructura esencialmente complexa, pues encontrándose compuesto de elementos que por su mutua asociación constituyen *órganos primarios*, éstos no permanecen independientes como se observa en los sistemas óseo y muscular; sino que mezcla en éste todas sus partes como sus análogos arterial ó venoso, pero con una complicación mayor, de suerte que en último resultado penetran y envuelven todas las partes del organismo formando una inextricable red de filamentos extraordinariamente delicados.

De todas las ramas de la biología, el estudio del sistema nervioso es sin contradicción uno de los que han sido desde hace mucho tiempo, el objeto del mayor número de investigaciones. En estos últimos años, la fisiología y la patología de los centros nerviosos, revelándonos hechos verdaderamente inesperados, han hecho aún más activas las investigaciones anatómicas; así es como notoriamente respecto de los centros superiores, y de los hemisferios cerebrales, la noción nueva de las *localizaciones funcionales* en la sustancia gris, nos da la idea más completa de lo que se está en derecho de pedir á la anatomía, esto es: *una nomenclatura y una determinación exacta de las partes componentes, en sus relaciones de contigüidad, y si es posible, en las de continuidad.*

Ocupándonos exclusivamente en este mal trazado escrito, de los elementos anatómicos nerviosos y de sus conexiones, creemos de todo punto indispensable dar un bosquejo, siquiera sea imperfecto, de la significación de los términos: *elementos y tejidos*, así como también del método y de los procederes técnicos que se emplean actualmente en las investigaciones histológicas: pues consideramos verdaderamente imposible llegar á formarnos una noción justa de este sistema, si no concedemos á sus elementos toda la importancia que merecen: en una palabra, sería imposible analizar el conjunto sin el análisis de los detalles, para cuyo efecto conviene asegurar una buena base de operaciones, demostrando cada vez si siempre es sólida, y si ninguna circunstancia extraña viene á conmoverla.

Observando, aún superficialmente, la estructura del cuerpo de los animales, se advierten partes orgánicas difundidas en varios puntos y presentando en todos ellos un conjunto de caracteres físicos semejantes. Similares entre sí estas diversas partes ó masas orgánicas, se distinguen de las demás del cuerpo por su apariencia macroscópica, por su constitución microscópica, por sus funciones y por la manera de reproducirse: resultando de ello que, sea cualquiera el punto del organismo animal donde se las contemple, siempre ofrecen los mismos caracteres físicos, la misma textura é idéntica funcionalidad. Estas masas similares reciben el nombre de *tejidos*, siendo la *Histología normal* la ciencia consagrada al estudio de ellos en el estado fisiológico ó de salud.

Las masas similares, á las que hemos aplicado el nombre de *tejidos*, constan de unos elementos pequeñísimos, inapreciables á la simple vista, que son idénticos en el mismo tejido, y á los cuales se aplica el nombre de *elementos anatómicos* de nuestra economía. Estas partículas elementales, por las cuales posee cada tejido la especialidad de sus caracteres, representan el último grado del análisis anatómico, pues son irreductibles á otras partículas más simples dotadas de vitalidad. La *Elementología* es la sección de la Histología normal destinada al estudio de estos *elementos anatómicos* de nuestro organismo, y corresponde á lo que se designó antiguamente con el nombre de *Anatomía microscópica*, porque realmente sólo con ayuda del microscopio se pueden apreciar los caracteres de los elementos anatómicos.

Empero desde Bichat surgió ya clara la idea de *tejido*, tal como hoy la comprendemos, ó sea, en el concepto de partes orgánicas similares por su textura y función esparcidas en distintos puntos de la economía. A este fecundo concepto fué, sin duda, guiado por las investigaciones fisiológicas del inmortal Haller, quien ya expresó la similitud funcional de los tejidos de la misma clase cualquiera que fuere el punto del organismo que ocuparan. Además, Bichat no sólo determinó el concepto y los límites de la Anatomía general ó histológica, sino que propuso una clasificación muy aceptable de los tejidos, detalló en cuanto era entonces posible, la textura de éstos, y dedujo del estudio de ellos fecundísimas aplicaciones fisiológicas y patológicas. Su obra imperecedera es tanto más de admirar cuanto que, para obtener los valiosísimos datos en ella consignados, no se valió del microscopio, empleando medios relativamente groseros, como las disecciones anatómicas, las autopsias, las maceraciones, la acción de reactivos, etc.

Posteriormente á las investigaciones de Bichat y durante el primer tercio del presente siglo, sobre todo á partir de 1830, el uso ya difundido del microscopio provisto de las lentes acromáticas inventadas en 1807 por Drieyl y Fraunhofer, y construídas por la primera vez en 1823 por Vicente Chevallier, permitió disponer de un instrumento adecuado y cómodo, que en manos de los Blainville, Turpin y Schleiden, esclareció muchos puntos de elementología vegetal y animal, así como de histogénisis. Pero el verdadero fundador de la histogénisis, por lo menos en el reino animal, fué Schwann, quien, al descubrir el desenvolvimiento de los tejidos, precisó numerosos detalles de textura en las distintas épocas de su desarrollo, é inició la fecundísima teoría celular asignando á todos los elementos anatómicos un origen y una filiación celulares. Con razón dice Kölliker, que, después de Bichat, merece Schwann la segunda palma como creador de la moderna Histología, fundada ya en hechos deducidos de la reglada observación microscópica. Las investigaciones de este autor revisten tal sello de trascendencia, que suscitaron nuevas concepciones sobre la génisis de los tejidos patológicos; concepciones aplicadas con vigorosa lógica á la generación de los tumores primero por Müller y después por Goodsir y Virchow.

A partir de mediados del presente siglo, la Histología se enriquece incesantemente con valiosísimos datos que ilustran, robustecen y amplían su cuerpo de doctrina, bastando recordar los nombres de Valentín, Henle, Remak y Kölliker, cuyas preciosas investigaciones han esclarecido tantas dudas respecto al desarrollo de muchos tejidos. Esta riqueza de datos, con que hoy se presenta la Histología á la cabeza de todas las ciencias naturales, se demuestra por su extensísima bibliografía, tanto general como especial, y es lógica consecuencia del talento y perseverancia de los hombres á su cultivo consagrados y de la precisión y potente alcance de los aparatos de técnica histológica que hoy tenemos á nuestra disposición.

Mas como lo primero que se conoció, describió y detalló fué el tejido en sus caracteres más groseros ó macroscópicos, señalando después sus componentes ó partículas vivas elementales, y por último, se determinó la composición química de estas partículas elementales; necesariamente se desprende de estas consideraciones, que la ciencia Histológica ha seguido en su construcción el método rigurosamente *analítico*, pues las generalidades, cuyo conocimiento es indispensable en los principios de toda ciencia y que es preciso distinguir bien de los *principios generales*, se indican por la enumeración de todos los casos posibles en cierto orden de fenómenos, lo que requiere la observación minuciosa y prolongada, y la anotación de los hechos.

La Anatomía general que erróneamente se confunde con la Histología, es una ciencia mucho más vasta y más difícil, y cuyo procedimiento es esencialmente el *sintético*. Su objeto es investigar y consignar las leyes de la estructura y de la organización de los seres vivos, inquiriendo desde luego las condiciones de existencia (*observación*), después la importancia relativa de éstas (*experimentación*), y todas las demás circunstancias, en fin, cuyo estudio y necesidad se va indicando por la adquisición de los datos y principios conquistados con anterioridad.

La gran ventaja que ofrece este modo de sistematización, es la de recopilar y resumir las circunstancias relativas á cada género de hechos, los principios concernientes á cada orden de fenómenos; pero para marchar en esta línea con toda seguridad y afirmar el conocimiento de leyes inequívocas, no debe admitirse

una proposición sino con todas las pruebas de su certeza, aducidas en gran parte de los principios ya demostrados, de manera que cada uno sea, por decirlo así, la conclusión de los anteriores y la premisa de los posteriores, es decir, que esté colocado entre sus antecedentes y sus consiguientes.

Desgraciadamente los hechos no se han demostrado siempre con un rigor suficiente: para observarlos muy á menudo, nos dejamos guiar por teorías, y en anatomía general, las teorías no son más que hipótesis. Los hechos, por otra parte, no son conocidos sino en número muy limitado, si se comparan con los que falta por descubrir en esta vastísima ciencia. Sin embargo, la hipótesis es un auxiliar indispensable en las investigaciones anatómicas, pues partimos de una idea que nos forjamos acerca de la estructura de un tejido ó de un órgano, ó de la acción de tal ó cual sustancia, procediendo por tanteos, haciendo en una palabra ensayos variados, hasta que uno ú otro de estos ensayos nos conduce á la adquisición de un primer hecho ó de una nueva noción. El hecho adquirido cuadra con la hipótesis primera de que partimos y la confirma, ó bien se aleja y la destruye. En ambos casos, para justipreciar su valor, debemos tratar de desprenderla de todas las circunstancias accesorias, ponerla de relieve y determinar las condiciones de su producción, para cuyo efecto, debemos perfeccionar los procedimientos empleados en un principio, ó bien, aplicar otros, imaginados especialmente para este caso ó tomados de observaciones anteriores sobre objetos análogos.

Fácilmente se comprenderá que estas investigaciones exigen á menudo manipulaciones largas y laboriosas. "Obligan, dice Ranvier, á un trabajo manual, á una tarea de obrero, que contraría á las personas habituadas exclusivamente á los esfuerzos intelectuales, y, no debemos perder de vista que el obrero está estimulado por el salario, mientras que nosotros no tenemos más móvil que el descubrimiento de la verdad, ó sea la solución de un problema, cuya resolución depende en primer lugar del perfeccionamiento de los métodos empleados."

Pretender el conocimiento de la histología sin concurrir á un laboratorio, sin preparar los tejidos á la vez que se consulta su descripción en los libros, es proponerse un imposible y erizar

de dificultades el estudio de una ciencia que constituye el tipo de la sencillez cuando se la compulsa objetivamente. De aquí la importancia que presentan los métodos técnicos y de observación en histología.

Entre estos métodos, el que parece más sencillo, es el que consiste en observar los elementos y los tejidos en su propio plasma y por consecuencia, en el estado de vitalidad más completa. Pero en realidad, es esta la observación microscópica más difícil, en la que se pueden cometer más errores, y para lo cual, es menester prepararse por los otros métodos que consideran á los elementos en el estado estático, esto es, inmovilizados en su forma y en sus relaciones recíprocas en un momento dado de su evolución. A mayor abundamiento, los elementos que componen un tejido, en las condiciones del examen microscópico, por la luz trasmitida, tienen un índice de refracción muy cercano, que hace muy difícil la percepción de sus contornos y en consecuencia la real apreciación de sus verdaderas relaciones; la cual no podrá efectuarse si no se conocen con anterioridad las formas y las relaciones fijadas definitivamente por los varios reactivos que acentúan los detalles de los objetos, ó por ciertos y peculiares modos de preparación.

La técnica histológica moderna, posee reactivos que se combinan con la materia que compone los elementos de los tejidos, de manera de metalizarlos por decirlo así, y esto con tal rapidez, que aun sus formas más transitorias, quedan fijadas admirablemente. Entre estos reactivos, ocupa el primer lugar el ácido ósmico, que presta un poderoso recurso en las investigaciones que se emprenden para estudiar por ejemplo, la complicada estructura del músculo estriado en los diversos aspectos que ofrece durante los estados de contracción ó de reposo; por último, gracias á él, la estructura de la fibra nerviosa se conoce hoy en sus detalles más minuciosos, faltando únicamente la satisfactoria interpretación fisiológica de tales detalles por motivo de las dificultades verdaderamente insuperables que presenta este orden de experimentaciones y que ensayamos probar en la primera parte de este estudio, tomando nuestro ejemplo en las diversas opiniones á que ha dado lugar la disposición y el aspecto de los nervios en el corazón de la rana, aspecto debido á que tales nervios

pierden su vaina de mielina antes de resolverse en su red de terminación, y que por sólo este hecho se consideraron por los primeros investigadores, como perteneciendo al sistema del nervio gran simpático.

Los reactivos que modifican la refringencia de los tejidos anatómicos son más numerosos que los anteriores, y su acción consiste en disminuir la refringencia de ciertos elementos, conservando la de los demás (ácido acético, fórmico, etc.); ó bien hacen igual el mismo índice de refracción (glicerina, trementina, etc.), trasparentando los tejidos que entonces ya pueden observarse mediante los arbitrios que ofrecen los métodos colorantes. La coloración puede ser natural, como en las células pigmentarias, ó determinada por la aplicación de cualquiera de las numerosas materias colorantes, que se introducen por inyección en las cavidades naturales, ó que se fijan preferentemente eligiendo ciertos elementos del tejido sometido á su acción.

Por último, el método de *disociación*, que consiste en separar por la disección minuciosa los elementos histológicos y en examinarlos completamente desprendidos de los demás, es el método anatómico por excelencia y sirve en lo general de complemento á todos los otros métodos.

Hasta hace muy poco tiempo se estudiaba el sistema nervioso central por medio de los cortes finos que se hacían en fragmentos previamente endurecidos con el ácido crómico diluído, en diversos grados de concentración. Este ácido fija los elementos delicados de la sustancia nerviosa en sus relaciones naturales, y ha sido una de las innovaciones de laboratorio más felices que ha contribuído á los adelantos considerables, realizados en este dominio especial de las ciencias anatómicas. En la actualidad, y gracias á los micrótomos perfeccionados de Mallassez, Schantze y otros, se pueden obtener una serie de cortes de una delgadez infinitesimal, y cuya observación permite seguir las fibras de los nervios craneanos en una gran extensión, desde su entrada en la sustancia blanca del bulbo, hasta sus núcleos de origen en la sustancia gris. Este método, que se ha llamado *de los cortes en serie*, y que es indispensable en las investigaciones de histología topográfica, presenta á más de las dificultades de ejecución, un inconveniente al punto de vista especial en que nos colocamos

en este trabajo; es su insuficiencia para demostrar con toda claridad, los elementos nerviosos centrales, y hacer imposible toda confusión con los elementos conjuntivos de la neuroglia, con quienes están en íntima conexión. Por este motivo decíamos anteriormente que el método de disociación es el método anatómico por excelencia, y el único que permite, ayudado de los reactivos fijadores, reconocer en este caso especial los elementos nerviosos y distinguirlos de los de neuroglia, asignando á éstos y por comparación, un lugar especial entre los elementos epiteliales, semejante al que ofrecen los elementos de sostén de la retina y que se designan bajo el nombre de *fibras células de Müller*. Si desde un principio se hubiera usado de este método, se habrían ahorrado infinidad de discusiones acerca de la naturaleza real de dichos elementos. El detalle de este método y la consideración de otros procederes técnicos que tienden á resolver esta dificultad, los consignamos en la segunda parte de nuestro trabajo, en donde les concedemos un lugar preferente, evitando entrar en el terreno espinoso de las conexiones anatómicas por creer que este estudio está fuera de nuestro asunto, y que pertenece más bien á la *histología topográfica.*

En el curso de este desaliñado estudio, hemos procurado obsequiar el método sintético, sin el cual es imposible todo progreso en anatomía general. Esta ciencia reposa como es sabido, en el conocimiento de los sistemas orgánicos, cuyo conocimiento lo debemos á Bichat. Cuando hemos observado una disposición histológica en un departamento de cualquiera de estos sistemas, importa compararla con las que se pueden reconocer en otros departamentos del mismo sistema. En seguida, conviene marchar más adelante y establecer la generalidad de los hechos observados, comparándolos entre sí en los diversos sistemas del organismo. En esto consiste esencialmente la anatomía general, puesto que tiene por objeto no sólo la estructura y la textura de los tejidos, sino sobre todo sus relaciones.

Es por excelencia, la ciencia que se ocupa del plan de la organización, y su dominio se extiende sobre el de la anatomía comparada, pudiendo decirse que la fisiología hace también parte de ella, por lo menos la fiisiología general, esto es, la que se ocupa de las propiedades de los elementos y de los tejidos.

Quedarán satisfechas nuestras aspiraciones si conseguimos con estas líneas dar un pálido bosquejo de esta bellísima ciencia tan poco cultivada entre nosotros, y cuyas fecundas aplicaciones á la medicina, nadie ignora en la actualidad. Comprendemos las numerosas imperfecciones de nuestro trabajo, y la única disculpa que encontramos ante el Ilustrado Jurado que va á juzgarnos, es la predilección que tenemos por esta clase de investigaciones, que bien podríamos considerar de platónica en esta época de verdadero positivismo utilitario.

PRIMERA PARTE.

Elementos histológicos del sistema nervioso periférico.

Impulsando todas las actividades vegetativas, y realizando las funciones más elevadas del organismo, como son la motilidad, la ideación y la sensibilidad, el tejido nervioso consta esencialmente de dos elementos histológicos principales, la *célula inervadora* y las *fibrillas nérveas*. Ambos componentes se hallan en directa continuidad, pues las fibras proceden de las células, y aún en algunos animales (células espinales de la raya), la periferia protoplásmica de estas se halla constituida por la disociación de las fibrillas nerviosas.

El tejido nervioso, asociado al conjuntivo y al sistema vascular, forma esa gran masa central que llamamos eje *encéfalo raquídeo*, así como todos los nervios que de este emanan y los ganglios situados en su trayecto, construyendo igualmente el sistema nervioso vegetativo, con sus centros ganglionares y sus ramas emergentes. Bajo el punto de vista macroscópico, el sistema nervioso está reducido en esquema, á determinados *centros* mayores (cerebro, médula) ó menores (ganglios simpáticos y de los nervios craneanos), de los que surgen los *nervios* ó cordones nerviosos; y bajo el concepto histológico, subsistiendo en pequeño bosquejo la precedente analogía, el tejido nervioso se reduce también en esquema, á determinados centros (células nerviosas), de los que

surgen unas hebrillas, que son las fibras nerviosas. La distribución de estos últimos elementos microscópicos en aquellas masas anatómicas formadoras del sistema nervioso, tiene lugar construyéndose los nervios por la asociación fasciculada de las fibrillas, y edificándose los centros ganglionares y encéfalo—medular por la reunión de fibrillas y células nerviosas.

Esta concepción tan sencilla en apariencia está muy lejos de corresponder á la realidad de los hechos. Efectivamente, las células nerviosas presentan como carácter común á todas ellas, la circunstancia de emitir prolongaciones de su protoplasma que después constituyen las fibrillas nerviosas. Estas fibras después de un trayecto más ó menos complicado en los centros, se asocian para formar los nervios periféricos y se continúan sin interrupción hasta su final terminación en los órganos.

Las terminaciones periféricas de las fibrillas sensitivas ó motoras, se conocen solamente en algunos órganos, y las nociones que en la actualidad poseemos acerca de esto, son aún bastante incompletas. En efecto, si en los músculos estriados se han podido observar terminaciones nerviosas libres, no se deduce de esto que las yemas terminales que caracterizan estas terminaciones estén formadas por una simple fibrilla elemental, pues bien podria suceder que estuviesen constituídas por una ó varias fibrillas replegadas en este punto de manera de figurar una asa. Tiene razón Ranvier en declarar esta cuestión como no resuelta si se tiene en consideración la delicadeza de estos objetos de estudio, y la insuficiencia de los medios técnicos empleados por los investigadores, y en tanto, que en la actualidad se discute aún para saber si las fibrillas nerviosas se terminan por extremidades libres ó bien por asas terminales.

Así pues, colocándonos bajo un punto de vista general no debemos considerar las fibras nerviosas como elementos especiales, porque son prolongaciones celulares extremadamente extensas y formadas de una sustancia semejante á la de las células de las que son una emanación. Un ejemplo á menudo citado por los autores hará comprender esta proposición fácilmente: una fibra nerviosa que después de nacer en la médula espinal y haber recorrido cierta extensión de la sustancia blanca de este órgano, se insinúe en una raíz sacra para seguir el nervio ciático y finalmente llegue á ter-

minarse, en uno de los músculos del pie, debe ser considerada en todas las porciones de su largo trayecto como una prolongación celular, y es propiamente hablando la misma célula nerviosa estirada á modo de un pedículo extremadamente alargado, que viene á impresionar á la fibra muscular que está bajo su dominio. Preparado el plexo nervioso de la córnea del conejo siguiendo el proceder del jugo de limón y el cloruro de oro, deja percibir en cortes paralelos á la superficie del órgano y en porciones de la membrana, colocadas inmediatamente bajo el epitelio anterior, un plexo, formado por las fibras nerviosas de distribución, anastomosadas repetidas veces hasta llegar á formar una red cuyas mallas presentan dimensiones variables y cuyos puntos nodales ensanchados permiten ver fibrillas nerviosas entrecruzadas en todas las direcciones imaginables, desafiando verdaderamente toda descripción exacta á causa de su estructura extremadamente complicada. Si seguimos una fibrilla nerviosa á partir del punto en que se desprende de un pequeño tronco nervioso y entra en el plexo de la córnea, la veremos asociarse sucesivamente á fibrillas que provienen de otro nervio, y como cada una de las ramas del plexo nervioso de la córnea, según esta observación, está formada de un conjunto de fibrillas cuyos orígenes son muy diversos, necesariamente resulta que esta fibra no debe considerarse como una **individualidad histológica.**

Las importantísimas relaciones que contraen las fibras nerviosas al desvanecerse y terminarse en los órganos de los sentidos especiales, han dado lugar á inagotables controversias á causa de la complicación estructural de dichas fibras. Sabemos en efecto, que entre las prolongaciones periféricas de las células multipolares, hay una que difiere esencialmente de las demás, y que recibe el nombre de *hilete axil de Deiters.* Este filamento, que nace de un cúmulo de materia protoplásmica granulosa muy inmediato al núcleo celular, no se bifurca ni ramifica como las demás prolongaciones periféricas; surge aislado de las células, se prolonga, conservando el mismo diámetro, y aunque no presenta la disposición fasciculada del *cilindro eje,* pues toda su sustancia parece homogénea y transparente, se rodeará de una cubierta mielínica, convirtiéndose así en verdadera fibrilla nerviosa. El filamento de Deiters casi nunca falta en las células de la sustan-

cia gris de la médula, al nivel de los cuernos anteriores. Las restantes prolongaciones periféricas de las células multipolares, son estriadas longitudinalmente, circunstancia que prueba su constitución fibrilar, y se ramifican en hiletes cada vez más delicados que forman en último término esa red tenuísima de fibrillas propia de la sustancia gris de los centros nerviosos. En las mallas de esta redecilla se encuentran los antiguos *mielocitos* de Robin, que es bien sabido no son más que células nerviosas embrionarias ó muy jóvenes.

Las ramificaciones de las células bipolares y aún tripolares, constituyen directamente un tubo nervioso mielínico, cuyo cilindro eje es la prolongación del protoplasma adelgazado y filamentoso de la célula, el cual se rodea de una capa de mielina, mientras que la cubierta celular, también prolongada, constituirá la vaina de Schwann. Esta construcción resulta todavía más evidente en las células unipolares de los ganglios cerebro-espinales, donde el protoplasma emite lícitamente al cilindro eje, bien pronto envuelto por mielina, y más excéntricamente limitado por la vaina de Schwann, que se continúa con la cubierta celular. Si en vez de considerar una sola célula ganglionar, se examina un ganglio del simpático, disociado incompletamente, llamará la atención la diferencia de volumen de las células y este otro hecho, que á primera vista la mayor parte de las células parecen bipolares; y en realidad no es así, pues emiten de sus extremidades un número considerable de fibras de Remak, y algunas veces también por otros puntos de su superficie. Cada una de las células ganglionares corresponde á todo un haz de fibras de Remak, haz formado de fibras que se anastomosan de manera de constituir un plexo mucho más intrincado en los ganglios que en los cordones nerviosos. El globo ganglionar está formado de una masa granulosa con dos núcleos, y presenta la particularidad de dejar ver las fibrillas de Remak continuarse en toda su superficie bajo forma de estrías granulosas situadas inmediatamente bajo la cápsula multinucleada, que no falta en esta clase de células y cuyos núcleos se extienden á lo largo de la superficie interna de dichas fibras de Remak.

Por lo expuesto, no debe abrigarse ninguna duda respecto á las conexiones que presenta el protoplasma celular con el cilin-

dro eje de las fibras mielínicas, puesto que ambos elementos constan, según todas las probabilidades, de la misma sustancia, pues al menos responden del propio modo á la acción de ciertos reactivos. Así, las soluciones de nitrato de plata estrían transversalmente la célula y los cilindros ejes, produciendo en ambos una impregnación señalada por bandas alternativamente claras y oscuras. Por lo demás, corrobora este mismo hecho la circunstancia de que el protoplasma, al menos en sus capas superficiales, es fibrilado como el cilindro eje que construye.

Se ha dicho que las fibras de Remak constituían un sistema independiente, destinado sobre todo á la vida orgánica. Posteriormente se ha visto que no están exclusivamente encargadas de proveer á la inervación de los órganos viscerales, porque los nervios que se dirigen á estos órganos poseen también cierto número de fibras mielínicas. Tal sucede por ejemplo en los nervios del bazo y en varios nervios periféricos, en los que se observan al lado de hacecillos de fibras mielínicas, otras fibras que carecen de la vaina protectora y que se mezclan íntimamente con las primeras.

Colocándonos desde el punto de vista de la morfología, y por lo tanto, haciendo completa abstracción de toda clasificación fisiológica, distinguiremos las fibras, siguiendo en esto á la mayor parte de los histólogos, en fibras nerviosas mielínicas y en fibras amielínicas ó de Remak; advirtiendo que en circunstancias especiales es muy difícil determinar este carácter diferencial.

Nos proponemos tratar estos hechos con mayor extensión porque prueban á nuestro juicio, lo difícil que es interpretar exactamente la estructura de elementos anatómicos tan complicados como son las fibras nerviosas, si la morfología de dichos elementos, ó la pura observación no son sometidas al criterio de los medios ó procederes técnicos histológicos seguidos en las investigaciones, y más que todo si se desecha el poderoso auxilio que deben prestarle las experimentaciones fisiológicas y las observaciones realizadas por la anatomía comparada y la embriogenia. Es notorio que corresponde á la anatomía general, según la concepción universal que de esta ciencia se tiene, además del estudio de los caracteres morfológicos, físicos ó químicos de los elementos y tejidos, el de sus propiedades biológicas esenciales, sin cuyo conocimiento sería forzosamente incompleta la noción que de ellos tuviéramos.

Desgraciadamente las propiedades fisiológicas de los elementos nerviosos son aún muy inciertas, porque estamos en presencia de fenómenos muy particulares, para los cuales el estudio del mundo inorgánico no puede dar ningún punto de comparación, y cuya existencia sólo nos es revelada en muchos casos por la observación de lo que pasa en nosotros mismos. En efecto, caracterizándose el sistema nervioso por dos propiedades esenciales que son, la motricidad y la sensibilidad; el conocimiento de esta última es puramente subjetivo y estamos reducidos á la impotencia para determinar en muchas circunstancias la parte exacta del sistema nervioso que funciona, y aún más, en ciertos casos, para darnos cuenta de que determinada parte de este sistema funciona ó no. Se infiere en el animal en que se experimenta que, un nervio sensitivo ha sido impresionado, por los actos reflejos que la excitación de este nervio determina, pero no podemos discernir seguramente si ha habido percepción. Por otra parte, la sensibilidad no es una propiedad exclusivamente vinculada en el sistema nervioso central y en los diversos centros ganglionares que tiene bajo su dependencia, pertenece igualmente á elementos que no tienen con él ninguna liga reconocida, como por ejemplo, la célula linfática, elemento esencialmente móvil, cuya estructura perseguida con los más considerables aumentos microscópicos, es bien sencilla, pues se reduce á una masa protoplásmica con numerosas granulaciones refringentes y que carece en muchos casos de núcleo bien perceptible, pues que no aparece sino después de la muerte de la célula; y esta, gracias á la irritabilidad de que está dotada, puede fácilmente atravesar las paredes vasculares, explicándose satisfactoriamente por esta propiedad, el curioso fenómeno de la *diapedesis.*

Es por lo tanto, un elemento dotado de sensibilidad y motricidad, que no recibe sus propiedades del sistema nervioso central y no puede tener ninguna conexión con él, supuesto que es esencialmente emigrador y que se encuentra flotando, sea en la sangre, sea en el plasma de los tejidos. Es en una palabra, un elemento individualizado, pero no diferenciado como veremos más adelante. La misma célula linfática es el tipo que mejor puede escogerse para demostrar que los elementos que carecen de organización especial, carecen igualmente de función especial y que,

por el contrario, mientras más se aleja de este tipo primitivo, el elemento se individualiza para desarrollar un trabajo que le impone el sistema nervioso central, pero en cambio su vida propia es menos acentuada; tal sucede con el elemento muscular estriado que puede considerarse como el esclavo del sistema nervioso central, es decir, que parece haber desaparecido en él toda función que no sea la de contraerse cuando recibe la orden de dicho sistema.

"El cuerpo de ciertos animales, presenta en todas sus partes caracteres idénticos; dice Milne Edwards, y no parece encerrar ningún órgano distinto. Los pólipos de agua dulce presentan una estructura de este género. Puede compararse el cuerpo de estos animales á un taller en donde cada obrero estaría empleado en la ejecución de trabajos semejantes y en donde, por consiguiente, su número influiría en la suma, pero no en la naturaleza del resultado. Así la experiencia ha demostrado que no se cambia su manera de obrar si se divide uno de estos seres, pues cada fragmento continúa viviendo como antes y puede formar un nuevo animal. Cuando al contrario comienza la vida á manifestarse por fenómenos más complicados y que el resultado final producido por el juego de las diferentes partes del cuerpo se hace más perfecto, ciertos órganos ofrecen un modo de estructura particular y cesan entonces de obrar á la manera del todo. En vez de ser la vida del individuo la suma de un número mayor ó menor de elementos, resulta del conjunto de actos esencialmente diferentes y producidos por órganos distintos. Todas las diversas partes de la economía animal concurren al mismo fin, pero cada una de la manera que le es propia y mientras más numerosas y desarrolladas son las facultades del ser, la estructura y la división del trabajo son llevadas más lejos."

Aplica sucesivamente Milne Edwards este principio de la división del trabajo á los diferentes sistemas orgánicos y primero á los tegumentos.

Estudiando en los articulados las partes por medio de las cuales reciben estos seres las impresiones, notó una serie de modificaciones análogas á las que estudió en el aparato tegumentario y en los órganos de la vida orgánica. El sistema nervioso se presenta bajo la forma de un cordón que se extiende en toda la lon-

gitud del cuerpo: cada una de estas partes obra á la manera del todo, y cuando se divide el animal en varios fragmentos, cada uno de ellos continúa sintiendo y moviéndose como lo hacía cuando estaba intacto. Un grado más en la división del trabajo tiene por resultado la localización de la facultad de percibir la sensación, y de otros varios actos, en partes determinadas de este sistema, cuya existencia se hace entonces necesaria para la integridad de las funciones á las cuales el aparato preside en su conjunto. En fin, en animales más perfectos, la sensibilidad se hace más particularmente el dominio de ciertas fibras medulares: la facultad de producir movimientos bajo el imperio de la voluntad se concentra hasta cierto punto, en otras fibras del mismo sistema: la de excitar la acción de estas diversas partes se localiza igualmente en ciertos puntos del aparato nervioso, y la de coordinar los movimientos se ejecuta por otros instrumentos. En una palabra, todas las partes del aparato sensitivo terminan por concurrir de una manera diferente á la producción de los fenómenos cuyo conjunto resultaba primitivamente de la acción de cada una de ellas.

La división del trabajo puede verificarse por consiguiente en los segmentos de un animal, como en los órganos y los tejidos; es entonces seguida necesariamente de una especie de consagración morfológica, resultando de modificaciones más ó menos extensas en la forma de los segmentos. Pero Milne Edwards, no considera estos segmentos como lo hacía Dugés, como individualidades distintas, sino como simples partes del cuerpo, cuyo número determinado y constante, es necesario para constituir al crutáceo; á pesar de la segmentación de su cuerpo, el crustáceo es indivisible como el vertebrado.

Volviendo á la célula linfática, fácil es reconocer que se nutre y secreta, siente y se mueve, en fin, que tiene todas las propiedades de un animal completo: pero en una célula más especializada por su función, como es por ejemplo: la célula muscular, las propiedades que no están en relación con esta función, podemos decir que no existen sino de una manera virtual.

Esta individualización de los elementos que constituyen el organismo, debe ser considerada bajo el punto de vista de la *diferenciación*, carácter definido por embriologistas y zoólogos (con-

sideran lo á todos los seres vivos) como: "el desarrollo predominante en un elemento, de una de las propiedades que son comunes á todos los de su clase." Así hemos visto que la célula linfática es apenas diferenciada, mientras que la fibra muscular lo es más; y los elementos de un vertebrado, pueden ser indiferentes, según que son diferenciados de tal manera, que su individualidad parezca absorbida por una propiedad predominante, destinada para el ejercicio de una función. Semejante á la célula linfática es la *amiba*, animal reducido á una masa protoplásmica, en la cual, se encuentran todas las propiedades activas del ser, como son: la sensibilidad y la motricidad.

Los animales invertebrados carecen de fibras de mielina; su sistema nervioso, es por lo mismo, amielínico, y estas fibras sirven para desempeñar todas las funciones. Las fibras nerviosas de mielina, sólo existen en los vertebrados, y son el resultado de un progreso, de un desarrollo, en una palabra, de una diferenciación continuada en la escala de los seres animales. Hay sin embargo ciertos vertebrados como la lamprea "Ammocœtes branchialis" y el "Pretromizon Planeri" que conservan de una manera pasajera su *neureje*, en el estado amielínico, y que han suministrado tipos de estudio á notables histólogos, tales como Reissner, Lagerhans, etc. El estudio del sistema nervioso en estos animales, es importante porque pone de manifiesto cómo las fibras y los centros nerviosos, van diferenciándose hasta adquirir la cubierta mielínica, protectora de estos elementos.

En el hombre y la mayor parte de los vertebrados superiores, la retina es la única expansión del *neureje* primitivo que conserva definitivamente el tipo *amielínico*. La médula espinal, y todas las partes formadas por las vesículas cerebrales primitivas, reducidas al principio á una formación epitelial verdadera, limitada exteriormente por una membrana de basamento, interiormente por una cutícula provista de pestañas vibrátiles, se transforman rápidamente, y, después de haber pasado por una etapa amielínica transitoria, modifican sus fibras nerviosas por consecuencia de la introducción de la vaina medular, sólo la retina deja de sufrir esta modificación, y sólo ella debe ser considerada como prosiguiendo hasta su completo desarrollo, su edificación según el tipo de los centros nerviosos, en la constitución de los cuales no toma ningún participio la mielina.

De ahí resalta cierta oscuridad en la significación de las diversas partes constituyentes del centro nervioso retiniano, dificultades que dependen de este simple hecho: que esta porción del encéfalo, que bien considerado no es más que un *ventrículo expuesto*, ha seguido para edificarse una marcha que no encuentra analogía en las otras partes del sistema nervioso central. En otros términos: que ha llevado hasta el extremo, es decir, hasta la edad adulta, el desarrollo de sus partes sin modificar sensiblemente su tipo inicial, á lo inverso de los otros centros cuya constitución primitiva ha debido transformarse más ó menos profundamente, bajo la influencia de la introducción de la mielina.

Antes de proseguir nuestro estudio, creemos indispensable reasumir brevemente la estructura de la fibra nerviosa mielínica. Se compone esta: 1º, de una cubierta ó membrana de envoltura conjuntiva, en cuya cara interna se encuentran núcleos que recibe el nombre de vaina de Schwann, ó neurilema; 2º, por dentro de esta vaina, se encuentra la *mielina*, que es una materia grasa: y 3º, en el centro de la masa de mielina, se encuentra el *cilindro eje*, filamento delicadísimo que representa como hemos dicho, repetidas ocasiones, el elemento esencial de la fibra nerviosa. De distancia en distancia, presenta la fibra *unas estrangulaciones anulares*, á cuyo nivel varían un tanto la disposición y el aspecto de los componentes de la fibrilla, y por consecuencia describiremos el aspecto de los componentes en los *segmentos interanulares* ó porciones de la fibra colocadas entre aquellas estrangulaciones, y posteriormente nos ocuparemos de las particularidades que ofrecen al nivel de estas últimas.

La vaina de Schwann, ó neurilema, constituye el límite externo de la fibrilla, y es una membrana hialina, delicada, en cuya cara interna, se encuentra en cada segmento interanular, un núcleo ovoídeo rodeado de una pequeña cantidad de protoplasma, que, según Ranvier, se extiende por toda la cara interna del neurilema, formando una delgada lámina colocada entre éste y la mielina. Los corpúsculos nucleares separan de este modo la mielina de la vaina de Schwann, deprimiendo á la primera para alojarse en la concavidad que sobre su superficie producen.

La *mielina* ó cubierta medular del cilindro eje, forma un tubo ó cilindro hueco, excéntrico á este último, y concéntrico á la

vaina de Schwann, y se halla constituído por sustancia grasosa encerrada en un delicado retículum fibrilar. Separada un tanto la mielina del neurilema, por una sustancia albuminosa que representa la expansión protoplásmica de Ranvier, antes mencionada, esta separación produce el doble contorno oscuro y correcto de la fibrilla. Dicha vaina mielínica, ofrece en su superficie excéntrica una serie de finas estrías, dirigidas perpendicularmente al eje fibrilar; y, aun en el mismo espacio interanular, presenta cisuras llamadas *(cisuras de Schmidt)* que la fragmentan en *tubos cilindro—cónicos* imbricados linealmente por sus extremidades, á la manera de las tejas de un techo, como indica Ranvier; disposición que se pone de manifiesto en las disociaciones de fibrillas que se tratan por el ácido ósmico.

El cilindro eje es un filamento de color gris, cilíndrico ó ligeramente aplanado, de 0,^{mm}003 de diámetro, como término medio, y que se colora vivamente por el carmín y el cloruro de oro. Colocado en el centro de la fibrilla, cuyo eje representa, se hace muy evidente disolviendo la mielina que lo cubre (cloroformo, éter), siendo más resistente que esta última, por lo cual, en muchas fibras dilaceradas por diferentes reactivos, subsiste aislado de su cubierta mielínica, bajo la forma de una hebrilla pálida ó un poco gris, y semitransparente. Examinándolo con un fuerte objetivo, se descubre en su superficie una débil estriación longitudinal determinada, porque en realidad consta de varias fibrillas paralelas, unidas por una sustancia intersticial, menos refringente y granulosa. Estas *fibrillas elementales*, llamadas por Schultze, *fibras primitivas*, son las que aparecen disociadas en muchas terminaciones periféricas de los nervios. Tratando las fibras nerviosas por las soluciones de nitrato de plata, el cilindro eje aparece recorrido por una serie de bandas transversales (estrías de Frommann), más evidentes en los puntos próximos á las estrangulaciones anulares de aquellas; y en cortes transversales á dichas fibrillas nérveas, coloreadas por el picrocarminato, se observa la sección óptica del cilindro, bajo la forma de un círculo limitado excéntricamente por una delicada línea, que no la colora el reactivo, la cual corresponde á la *vaina de Mauthner*. Así constituído el cilindro eje, representa el factor más esencial de la fibra nerviosa, pues las diversas cubiertas que hemos señalado no son

más que capas protectoras del elemento activo funcional, que es dicho cilindro.

Al nivel de las *estrangulaciones anulares*, cambia la disposición de las diversas capas ya citadas, y varía también el aspecto de la fibra nerviosa. Desde luego aparece esta estrechada como si la comprimiera un anillo transversal. La capa mielínica se interrumpe al nivel de este cuerpo, por cuya discontinuidad resulta la vaina de Schwann directamente aplicada al cilindro eje, el cual ofrece en este lugar, un ensanchamiento parecido á la superposición de dos conos por sus bases, lo que le ha valido el nombre de *engrosamiento bicónico* del cilindro eje. La vaina de Schwann, replegada sobre este cilindro, se duplica en la estrangulación por el doblez que por su replegamiento produce, y, como este doblez se extiende á toda la periferia de la fibra, viendo la superficie de este, simula el contorno del pliegue un verdadero anillo estrangulador de la fibra. Al nivel de este pliegue ó anillo, y en el punto de contacto de las caras externas de la membrana de Schwann replegada, existe una sustancia intercelular, semejante á los cementos endotélicos y que, como éstos, se impregnan por las soluciones argénticas. Esta impregnación hace resaltar mucho el repliegue anular del neurilema, que aparece como una banda oscura y correctamente transversal á la fibra; y como el cilindro eje, reduce igualmente la plata, sobre todo, en las zonas de la estrangulación, forma en este punto, una línea oscura paralela á la fibrilla y que corta perpendicularmente á la banda oscura transversal, representando este entrecruzamiento la figura exacta de una cruz latina; figura cuyo descubrimiento pertenece al eminente Ranvier, que así como éste ha ilustrado otros muchos detalles microscópicos relativos á la complicada estructura del sistema nervioso.

Ahora bien, ocurre preguntarse cuál es la significación fisiológica de estos diversos componentes del tubo nervioso. Preciso es confesar que carecemos de experiencias rigurosas á este respecto, y que sólo por el razonamiento podemos llegar á establecer algunas conclusiones, que en la actualidad deben tomarse como probables y previsorias, y que pasamos á exponer:

La vaina de Schwann, tiene evidentemente un papel protector, sirve para mantener en su lugar á la mielina, que, sin el apo-

yo que esta membrana le presta en los nervios del tronco y de los miembros, se variaría cuando se doblan y alargan los tubos nerviosos, por consecuencia de los movimientos; y además, si la mielina estuviera dispuesta al derredor del cilindro eje, sin estar contenida por una vaina resistente, el nervio se alteraría con suma frecuencia.

La misma vaina mielínica, tiene igualmente un papel protector, y preserva el cilindro eje de toda compresión, repartiendo en todos sentidos, las presiones que recibe, gracias á su consistencia casi fluída. Se le atribuye en unión de las otras membranas, y parece que con justicia, el papel de una cubierta aisladora, á la manera como se protege y aisla, con varias capas de diversas sustancias, el hilo telegráfico tendido en el fondo de los mares, bajo la forma de un *cable*. Parece que esta cubierta aisladora no es indispensable para la conducción de las impresiones, puesto que ésta puede hacerse igualmente por fibras nerviosas amielínicas, pero siempre resultaría más eficaz en los tubos que la poseen, puesto que hay tendencia en creer, y ciertos hechos autorizan esta concepción, que las transmisiones sensitivas ó motoras, tienen alguna analogía con la propagación del fluído eléctrico.

Es un hecho que la vaina mielínica, impide la penetración de las materias colorantes hasta el cilindro eje, y que el nitrato de plata no ataca ni colora á dicho cilindro, más que al nivel de las estrangulaciones, y en las partes en las que por un verdadero azar de preparación, no se encuentra rodeado por la mielina. La conclusión que debe deducirse de estos hechos, es que la mielina parece impenetrable por los líquidos empleados, y que el cilindro eje recibe sus elementos de nutrición al nivel de las *estrangulaciones anulares*, haciendo en este lugar, más fácil la penetración de las materias cristaloides nutricias del *cilinder axis* que no pudiera hacerse fácilmente si estuviera rodeado de mielina en toda su extensión.

La supremacía fundamental del cilindro eje sobre todos los demás componentes de la fibra nerviosa, se corrobora por los siguientes hechos: 1º, hay fibras nerviosas, como las de Remak, desprovistas de mielina y casi exclusivamente formadas por dicho filamento axil; 2º, al terminarse las fibras nerviosas en los tejidos, pierden todas sus cubiertas, y sólo permanece el cilindro

que es el que inerva los elementos anatómicos; y 3º, sólo este cilindro no sufre discontinuidades á todo lo largo de la fibrilla nerviosa, en cuyo interior hemos visto que se interrumpe la mielina al nivel de las estrangulaciones anulares.

Hemos dicho en otra ocasión, que los tubos nerviosos mielínicos, no existen en los invertebrados. No son pues indispensables para las manifestaciones del sistema nervioso, puesto que hay muchos animales que poseen todas las funciones nerviosas: sensibilidad, movilidad y nutrición, y que presentan importantes diferenciaciones sensoriales, sin tener tubos nerviosos de mielina. Solamente que estos animales son, como hemos dicho, animales inferiores, es decir, invertebrados ó los últimos entre los vertebrados. Los tubos nerviosos de mielina, parecen así, constituir un aparato de transmisión perfeccionado, especial al sistema nervioso de los vertebrados. Estos, en efecto, poseen además de los tubos nerviosos de mielina, las mismas fibras nerviosas primordiales que se encuentran en los otros animales, esto es, las fibras nerviosas sin mielina. Es de suma importancia esta distinción, porque echa por tierra la antigua división del sistema nervioso, creada por Bichat, ó sea, el sistema nervioso de la vida animal, y el sistema de la vida orgánica. La Anatomía general y la comparada, no admiten actualmente, sino los sistemas nerviosos mielínico y amielínico.

Al abordar sus últimas terminaciones los nervios de la primera categoría, abandonan de un modo insensible las diversas cubiertas que los caracterizan y cuyo conocimiento hace imposible toda confusión con los diversos elementos orgánicos. Sucede así en el caso especial que vamos á analizar y que intencionalmente escogemos, entre otros muchos, por haberlo estudiado de una manera predilecta.

La ausencia de vaina medular en las fibras terminales del corazón, constituye una de las causas de la dificultad de su estudio. Vlokman atribuía al sistema simpático las fibras nerviosas que se terminan en el miocardio, y para Bidder, todas las fibras del neumogástrico se terminan en las células ganglionares, de donde parten nuevas fibras, simpáticas como estas mismas células, y que se terminan en las fibras musculares. Estas dos opiniones se fundan precisamente en la ausencia de mielina en las

fibras nerviosas, pero de este hecho no se deduce que sean simpáticas, porque el sistema del gran simpático contiene, en ciertas regiones, fibras de mielina aunque menos numerosas que las otras. Además, es sabido que los nervios que se distribuyen en la córnea contienen fibras de mielina, mas estas abandonan su vaina medular en la periferia de este órgano, y continúan su trayecto al estado de fibras amielínicas. No es pues permitido considerar á una fibra nerviosa como simpática, por el sólo hecho de estar desprovista de mielina.

La resolución de este problema histológico, presenta notables dificultades por el defecto inherente á los medios técnicos de que podemos echar mano. Naturalmente se han escogido para estas investigaciones, animales de pequeña talla, con el objeto de facilitar el examen y de impregnar el órgano por el reactivo, á fin de poder seguir los filamentos nerviosos en la mayor parte de su trayecto y poder observar las relaciones que contraen con las fibras musculares y las células ganglionares, y al mismo tiempo, ha sido conveniente circunscribir hasta donde es posible la observación, limitándola á una parte determinada del órgano cardíaco, como es el tabique interauricular en la rana. Todavía más, notándose que la distribución y el trayecto microscópico de los nervios, en dicho tabique, variaba según que se sirviera de la rana *temporaria* ó la *esculenta*, se acordó no emplear más que la primera, por ser en ésta más constante la dirección de las ramificaciones y de los troncos nerviosos. Sólo así podían ser comparables los resultados, pues si no se indicaba el género y la especie del animal de que se había servido determinado experimentador, podía muy bien suceder que fuera desmentido por otros investigadores que hubieran observado en la otra especie. Aunque esta particularidad se contrae más bien á las experimentaciones fisiológicas que se han intentado con el fin de dilucidar el modo de funcionamiento de los nervios del corazón de la rana, no la creemos enteramente fuera de propósito, pues consideramos, que siempre que sea posible, debemos rodearnos de las mismas circunstancias, dado que, las investigaciones fisiológicas prestan un contingente más ó menos valioso, en la interpretación de los hechos de histología pura.

Preparado el tabique interauricular de la rana, siguiendo en

todas sus partes el proceder indicado por Ranvier en su notable Tratado de Técnica histológica, y que consiste en resumen, en la inyección de una solución de ácido ósmico al centésimo, en el interior de las aurículas, efectuada por una de las aortas, prévia ligadura de la otra aorta y del seno venoso para interceptar la comunicación con las dos venas cavas superiores, y con la vena cava inferior, y ligando igualmente las venas pulmonares; desprendiendo al cabo de unos instantes dicho tabique, con el auxilio de las pinzas y tijeras finas, desplegándolo bajo del agua, colocándolo con el picrocarminato de amoniaco, una vez que se ha extendido sobre el porta-objetos, y reemplazándolo finalmente este agente de coloración por la glicerina, se obtienen preparaciones definitivas que pueden estudiarse con el auxilio de los mayores aumentos microscópicos, merced á la delgadez de esta membrana que constituye uno de los objetos de estudio mejor escogidos para observación tan delicada, y que fué empleado por la primera vez por Ludwig. En este tabique, distinguiremos los haces musculares más voluminosos que son estriados y concurren á formar una red, de cuyas trabículas se ven partir multitud de fibras divididas y subdivididas, netamente estriadas, que recuerdan inmediatamente las fibrillas elementales de los músculos de la vida animal. Estas fibrillas recorren un trayecto más ó menos largo, atraviesan toda una malla de la red, y van á unirse á otro *trabeculum*, ó terminan libremente por una extremidad obtusa. Los manojos musculares presentan núcleos hacia su medio ó cerca de sus bordes, y una capa de protoplasma granulosa entre el núcleo y las fibrillas en los puntos en que éstas se separan. Se observan también en estas preparaciones: núcleos de las capas endoteliales y hacecillos ondulados de tejido conjuntivo, pero estas últimas sólo se ven examinando las preparaciones debajo del agua, inmediatamente después de la acción del ácido ósmico. En estas preparaciones, se distinguen netamente las fibras nerviosas de mielina, por su tinte negro más ó menos oscuro, según el tiempo que ha durado la acción del ácido ósmico, y las fibras sin mielina que las continúan, así como las células ganglionares situadas en el trayecto de los nervios. Orientándose por los núcleos que acompañan á los nérvios, se puede seguir con alguna dificultad, la desaparición de la mielina, pero

es imposible llegar hasta las últimas ramificaciones de las fibras. Este método es pues insuficiente para resolver el problema.

El mejor, y el que da resultados más constantes, es el empleo del cloruro de oro asociado al ácido fórmico; sin embargo, se le pueden hacer algunas objeciones: la primera es que nada prueba que todo elemento nervioso se colore exclusivamente por el reactivo. Sin embargo, si en preparaciones obtenidas por este método, se puede seguir un nervio á partir de un tronco grueso hasta sus últimas ramificaciones, y que además, no se perciban en todo su trayecto ni interrupción, ni cambio de coloración, se estará en derecho de concluir, que estas últimas ramificaciones pertenecen, así como el tronco mismo, al aparato nervioso. Después de la acción del cloruro de oro, las ramas nerviosas parecen formadas de fibrillas, y es muy difícil fijar con precisión sus límites, resultando que los nervios han sufrido alteraciones considerables; pues se han reducido á fragmentos granulados, y fuertemente coloreados, ya no son semejantes entre sí, y de uno á otro se manifiestan diferencias de aspecto muy sensible, cuya causa se ignora. Si esto sucede en el trayecto de nervios de cierto volumen, como por ejemplo, los del mesenterio del gato, tratados por el oro, nos explicaremos la incertidumbre de los resultados del oro, al acercarse los nervios á sus terminaciones musculares cardíacas.

Indicarenos primeramente las particularidades que pueden distinguirse, examinando las mejores preparaciones que se obtienen por el método del oro: los troncos nerviosos encierran fibras de Remak y fibras de mielina en menor proporción que las primeras, y que pierden su cubierta al acercase á la red nerviosa de terminación. En el trayecto de las fibras nerviosas, se encuentran pequeñas masas de células ganglionares, que parecen localizarse en puntos determinados, como son: la embocadura de la vena cava inferior en donde constituyen el *ganglio de Remak;* 2º, la pared interauricular (Ludwig) y 3º, el nivel del surco auriculoventricular, en donde forman dos ganglios (Bidder).

Células ganglionares.—Existen en los ganglios intracardíacos dos especies de células: la primera pertenece al sistema cerebro-espinal, y la segunda al sistema ganglionar.

a. *Células cerebro-espinales.*—Las células bipolares, fusifor-

mes, carecen de núcleo. Están colocadas en el espesor de las trabículos nerviosos, y dominan en los ganglios de Bidder.

b. *Células ganglionares.*—Se les encuentra principalmente en los ganglios de Remak y de Ludwig. En la rana se encuentran situadas en la periferia de los manojos nerviosos, y parecen adherirse á éstos por un pedículo (detalle difícil de apreciar con toda claridad en las preparaciones ejecutadas con el ácido ósmico). Poseen una cápsula, en cuya superficie interna se encuentran núcleos que se continúan en el pedículo. El cuerpo celular está constituído por una masa granulosa con un núcleo voluminoso. El pedículo está formado por una fibra nerviosa rectilínea, que es la prolongación principal del cuerpo celular, pero al derredor de esta fibra se enrolla en espiral, otra fibra nerviosa más delgada, resultando que la célula ganglionar es en realidad multipolar. En el conejo falta la fibra, pero las células se caracterizan por dos núcleos voluminosos.

Red de terminación.—Las fibras nerviosas forman en la supercie de los haces cardíacos, un plexo de mallas alargadas, del cual parten fibras más sutiles hacia el interior de estos haces, y llegan á formar una segunda red, cuyas mallas alargadas tienen las dimensiones de una célula muscular. Los trabículos de la red parecen atravesar las células musculares del corazón, según su longitud.

En el hombre y en los grandes mamíferos, es muy difícil resolver con los medios técnicos actuales, cuáles de estas células ganglionares, pertenecen á los ganglios cerebro–espinales, y cuáles á los simpáticos. Sin embargo, es muy probable, que la mayor parte de las células ganglionares de las aurículas son simpáticas, mientras que las del sistema cerebro–espinal dominan en el ventrículo. Reposa esta opinión no solamente en el examen de los ganglios, sino también en el hecho observado por Vignal, sobre todo en el hombre, el mono y el borrego, y que consiste en que la gran masa de los nervios de las aurículas se encuentra formada por fibras de Remak, en tanto que en los nervios del ventrículo, preponderan los tubos de mielina, y es bien sabido que dichas fibras de Remak dominan en el sistema simpático, mientras que los tubos de mielina preponderan en los nervios cerebro–espinales.

SEGUNDA PARTE.

Elementos histológicos de los centros nerviosos.

Consideramos este estudio de suma importancia, por estar íntimamente enlazado el conocimiento del modo de origen del tejido normal, con la estructura del mismo tejido en el estado patológico; y los procesos patológicos son incomprensibles si no está uno suficientemente familiarizado con las particularidades de estructura normal. Por otra parte, la experiencia ha demostrado, que la observación de los hechos ó estados patológicos, ha contribuído á la resolución de problemas de histología general normal, los cuales se habrían mantenido ignorados por mucho tiempo, sin este auxilio.

Sustancia gris.—Examinaremos en primer lugar, la sustancia gris del sistema nervioso central.

La denominación de *sustancia gris*, es un nombre colectivo que comprende muchos depósitos ó acumulaciones de tejidos, los cuales no son comparables ni por su estructura ni por su función. Conviene por lo pronto hacer abstracción de estas diferencias, y únicamente considerar las particularidades de estructura que sí son comunes en la sustancia gris esparcida en el cerebro y la médula espinal.

Desde luego indicaremos la diferencia que existe entre el tejido nervioso y la parte constitutiva de la trama de la sustancia

gris; para cuyo efecto, y en obsequio de la claridad, conviene hacer algunas anotaciones históricas, que haremos seguir de los comentarios á que se presta el asunto.

En 1811 descubrió Keuffel, que el sistema nervioso central contiene elementos conjuntivos, á más de sus elementos propios. Dijo que de la piamadre parten fibrillas que penetran en la sustancia blanca en donde forman un tejido de sostén á modo de red, cuyas fibrillas no pudo seguir por motivo de su delicadeza, en el punto en que se internan en la sustancia gris.

El tejido conectivo de la sustancia gris, forma en realidad una red cuyos trabículos, sutilísimos como después se verá, no pudieron ser distinguidos por Keuffel; lo que comprenderemos fácilmente si tenemos en consideración la insuficiencia de las amplificaciones microscópicas en esa época.

En 1846 refirió Virchow que: debajo del epitelio que tapiza las cavidades del sistema nervioso central, no veía inmediatamente tejido nervioso, sino un estrato de tejido conectivo que emitía prolongaciones hacia la sustancia gris, y propuso darle el nombre de *neuroglia*.

Con esta denominación se quiso dar á entender que en la sustancia gris, existe una masa de cemento (glia), que reune entre sí, á los elementos nerviosos: tal es el origen de los nombres: *neuroglia y masa gliomatosa*. De conformidad con esta manera de ver se llamaron *células de la neuroglia* á las que se encuentran en esta red, y en el mismo sentido se adoptaron los términos: *núcleos, ramificaciones y red de la neuroglia;* privando más esta nomenclatura en histología patológica.

La palabra neuroglia, dice Ranvier, en su nota sobre este punto publicada en los Archivos de Fisiologías, "es detestable, y si la empleo, es únicamente porque es de uso corriente en el lenguaje de los histólogos. Todos saben en efecto, que designa el tejido conjuntivo de los centros nerviosos; pero si están acordes para adoptarla, discrepan acerca de la organización de la misma neuroglia."

Sea lo que fuere, en histología normal, los términos más usados son: *sustancia de sostén, sustancia conectiva, corpúsculos y red de tejido conectivo;* expresiones que si en absoluto no son correctas, pues aún se discute si son elementos formales nerviosos, ó

verdaderamente conectivos; en todos los libros se encuentran, y presentan la ventaja de ser entendidos por todos.

Bidder y Kuffer, profundizando más el conocimiento de este tejido, agregaron, que sus células están dotadas de prolongaciones rameadas semejantes á las de los corpusculosóseos. Se sabía pues, en esta época, que la masa de sustancia gris era un tejido análogo al de la sustancia conectiva; sin embargo, Max-Schultze, aunque admitió primero este hecho, lo puso después en duda, diciendo que los conocimientos de entonces, eran muy deficientes para poder apreciar con certeza particularidades histológicas tan delicadas.

Estudiando Gerlach la médula espinal con nuevos métodos, creyó demostrar que existe en la sustancia gris, una red fibrilar muy delicada y pudo seguir los hilos de esta red hasta las células ganglionares, llegando á ver su función con el cuerpo de la célula, por lo que declaró dicha red de naturaleza nerviosa.

Esta interpretación de Gerlach venía á propósito para evidenciar una idea hasta entonces confusa, que consideraba á la médula como un órgano de transmisión nerviosa; mas como no se conocían fibras nerviosas, que en esta suposición debían recorrer necesariamente la médula espinal, en el sentido de su longitud, esta misma hipótesis que antes de Gerlach carecía de una base anatómica, venía á adquirirla con su descubrimiento. En cambio, la opinión de Gerlach se encontró en desacuerdo con el postulado de la *transmisión aislada*, que establece la fisiología, y no explicaba en consecuencia, cómo podía transmitir el cerebro, su impulso aisladamente, si esta tenía que pasar por una misma red, situada en el eje gris, ó sea, en el cilindro gris de la médula.

El descubrimiento de Gerlach era indudable, pues las prolongaciones de las células ganglionares se ramifican reduciéndose á fibras tenues que se entrecruzan para constituir una red; pero se negó su naturaleza nerviosa, basándose en el hecho que probó Golgi y es, que si los *trabeculum* de la red se terminan por uno de sus extremos en las células ganglionares (como decía Gerlach), de otro extremo se pueden seguir hasta su punto de unión con el tejido conectivo.

Decíamos en otra ocasión, que Deiters fué el primero que descubrió dos especies de prolongaciones en la célula ganglionar

de la sustancia gris, una de las cuales puede seguirse hasta el cilindro eje de la fibra medular, y que se llamó *hilete axil*, y el segundo, *prolongación protoplásmica* por su aspecto particular y por no pertenecer á un tejido diferenciado. Según esta descripción de la célula ganglionar, no había razón para denominar nerviosa á la red de Gerlach, por la sola consideración de que una de sus prolongaciones se continuaba en la mencionada célula. Además, creyó Deiters, que la célula de la sustancia gris no es tan sencilla en realidad, porque dijo haber encontrado intermedios ó sean láminas protoplásmicas nucleadas, y núcleos aislados ó con corta lámina de protoplasma, cuya existencia hacía imposible la separación de las células en las dos categorías de nerviosas y conjuntivas. Desde este momento, la mayor parte de los histólogos se dedicaron con perseverancia á comprobar el descubrimiento de Deiters.

Strieker lo corroboró, concluyendo: que todas las referidas formas celulares poseen dos prolongaciones semejantes á las protoplásmicas de las células ganglionares, y que todas toman participio en la formación de la red; que en muchos puntos de la corteza cerebral las células provistas de prolongaciones axiles y las únicas que se puede decir que son de naturaleza nerviosa, están en minoría, dominando aquellas cuya naturaleza se ignora, y que encontró provistas de prolongaciones axiles que no se parecen á las de las células ganglionares, ni por su forma ni por su tamaño y que en suma, concluye: no son más que núcleos con prolongaciones, por lo que no hay razón para considerar como nerviosa á la red, porque algunas de sus prolongaciones pertenezcan á las células ganglionares. Apoya su opinión manifestando, que en los embriones de gallina, al séptimo día de la incubación ya se encuentra formada la red con los nudos de sus mallas engrosadas, cuyo aspecto se parece á las imágenes de una red conectiva con sus corpúsculos respectivos, pero que en este momento no puede distinguirse ninguna célula ganglionar, si no es más tarde, en estados más avanzados del embrión, lo cual hace admitir que estas células se van formando gradualmente en los nudos de la red.

La red de que tantas veces hemos hablado, se vió en cortes de cerebros endurecidos con el ácido crómico, subsistiendo la du-

da de su existencia real en los animales vivos. Deiters, efectuaba la disociación de los elementos después de la acción del mismo ácido diluído, que como se sabe, produce cierto arrugamiento de las células, que explica el disentimiento que existe entre este autor y Boll, pues el primero vió dividirse y subdividirse las prolongaciones de las células, mientras que el segundo negó dicha división, aunque empleó el mismo reactivo. Ranvier usó de nuevos agentes disociadores, fijándose de preferencia, en el alcohol al tercio asociado con el ácido ósmico al centésimo. Pertenece á este eminente histólogo, el mérito de haber detallado la morfología de los elementos del tejido de la neuroglia, que antes de él era bastante confusa. Encuentra al lado de las células ganglionares las de la neuroglia en número considerable, y las fibras de la misma neuroglia que atraviesan el protoplasma de las células pues pudo seguirlas en el interior de este; y explica que tal carácter no es visible en las preparaciones hechas con el líquido de Müller, porque después de la acción del reactivo, su índice de refracción es casi el mismo que el de la sustancia que las envuelve. También encontró células neuróglicas más pequeñas, redondas ó poliédricas, no estelares como las primeras y dispuestas en series entre los tubos nerviosos de la sustancia blanca. En las de forma estelar hace notar que el protoplasma envía hacia las fibras que de él se desprenden láminas delgadas dispuestas á la manera de las membranas interdigitales, pero la compara con más exactitud con la figura del pulpo común, asemejando en esta comparación los tentáculos del animal, á las fibras de neuroglia, y su cuerpo, al núcleo excéntrico de dichas células, así como el protoplasma que lo rodea. Explica cómo, con frecuencia, dos fibras contenidas en una expansión ó manguillo protoplásmico, se separan bien pronto hasta el punto de hacer creer que se trata de una división. Para reconocer fácilmente estos hechos fundamentales, recomienda emplear piezas anatómicas frescas, pues la putrefacción cadavérica altera muy pronto estos elementos delicados, cuya interpretación ha sido tan variada por no obsequiar este precepto.

En la superficie de las fibras de la neuroglia, se encuentran algunas granulaciones que parecen fundirse con dichas fibras y otras veces parecen netamente separadas; estas granulaciones se

presentan bajo la forma de globos ó masas bien perceptibles que se han calificado por los autores, de materia amorfa. Esta sustancia que Boll comparaba con el polvo del vidrio, á causa de su aspecto, no debe considerarse, según Ranvier, como una especie histológica distinta, porque resulta de una transformación de los elementos nerviosos que componen la corteza del cerebro, en donde se la encuentra de preferencia. Corrobora esta opinión, disociando pequeños fragmentos de la corteza cerebral del perro, que previamente se han hecho macerar en el alcohol al tercio y en cuyas preparaciones pueden observarse un gran número de masas granulosas, aisladas, con un núcleo en el centro, que dan la idea de componer dicha corteza en unión de las células ganglionares bien conservadas, pues no se encuentran fibras nerviosas de mielina. Sin embargo, contiene la corteza cerebral un gran número de estas fibras, como se comprueba tratando por el amoniaco, los cortes que se practican después de endurecer los fragmentos con el ácido ósmico, siguiendo el proceder aconsejado por Exner.

Las dilaceraciones efectuadas con las agujas en cortes de médula frescas, no dan ningún resultado satisfactorio porque los reactivos comunmente aconsejados, como el iodoserum, la potasa al 40 por ciento que se usan habitualmente con provecho en este género de investigaciones, en el caso presente no logran poner en libertad á los elementos neuróglicos de la sustancia gris. Así por ejemplo, la potasa diluída en la proporción indicada disuelve é hincha el tejido mucoso, que se retrae en seguida bajo la acción del agua, y disuelve los cementos interepiteliales dejando sus células en libertad, mientras que no obra en la neuroglia, cuya resistencia absoluta á la acción de este reactivo, pudiera compararse á la de las fibras y redes elásticas; razón por la cual se niega que la neuroglia pertenezca á la clase de las sustancias conectivas.

La diversidad de formas que afectan las células de la sustancia gris, ha dado lugar á innumerables discusiones acerca de la naturaleza verdadera de estos elementos nerviosos. Stilling, dice Cadiat, afirmaba que todas las células de la médula, así como el epitelio del canal central, eran de naturaleza nerviosa; y Kölliker describía en la sustancia gris, cuerpos estrellados como los

del tejido conjuntivo y consideraba hasta los tabiques de la sustancia blanca como células idénticas pero modificadas." Juzga Cadiat que si llamamos conjuntivo todo lo que se deriva del sistema laminoso exclusivamente, es cierto que haciendo excepción de los tabiques de la piamadre, no se encuentra tejido de esta especie en los centros nerviosos; y que los tabiques llamados neuróglicos y que ofrecen formas variables, según las preparaciones, tienen un origen blastodérmico diferente. Más adelante veremos que basándose en el origen de los elementos de la neuroglia en el canal ependimario de la médula, se ha establecido la naturaleza real de los elementos de la neuroglia. Por el momento no debemos prejuzgar esta cuestión, y sí preguntamos: ¿la sustancia gris es propiamente una sustancia conectiva?

Para poder responder á esta pregunta es necesario saber qué cosa es sustancia conectiva y cuáles son sus caracteres esenciales que la distinguen de las demás agrupaciones de los tejidos elementales.

Las dos condiciones principales que establecen este grupo, son: 1º, que toda sustancia conectiva da gelatina por la cocción; y 2º, que estas sustancias pueden transformarse unas en otras, por ejemplo: el cartílago en hueso ó viceversa, ó que el tejido conjuntivo puede producir hueso y viceversa.

La primera condición nada tiene que hacer con la morfología, y no puede servir para distinguir por el examen microscópico la sustancia conjuntiva. El segundo no tiene ningún valor considerado en sí mismo, pues no sabemos en efecto, que la córnea por ejemplo, y en condiciones fisiológicas, pueda transformarse en cartílago ó hueso; mientras que sí sabemos, que en condiciones patológicas, el músculo y el nervio pueden convertirse en tejido fibrilar que siempre fué considerado como perteneciente á la sustancia conectiva.

La cualidad de unir un tejido, no se observa sino en pocas especies pertenecientes á este grupo; en efecto, el hueso y la piel son órganos independientes, y sin embargo, han sido comprendidos entre las sustancias conjuntivas.

La particularidad de presentar una estructura fibrilar no la ofrecen todas las sustancias conjuntivas. El hueso y el cartílago fueron colocados en esta categoría, antes de que se supiera

que en el animal adulto, pudiera este tejido ser fibrilar. Además, se sabe hoy, que el hueso y el cartílago no son fibrilares en el estado joven, aunque uno y otro se presenten constituídos por células, una red y una masa intercelular, ó sea que se manifiesten indudablemente como sustancias conectivas.

Aunque el tejido reticular de los ganglios linfáticos, se comprenda entre las sustancias conectivas, sabemos ciertamente que la red se mantiene siempre así, sin resolverse en fibrillas ó unirse á las mallas de su red fibrilar.

Estar provisto de células es una cualidad común de toda sustancia conjuntiva, pero también lo es de cualquiera otro tejido. Así, por ejemplo, el músculo transversalmente estriado, presenta células ó fibrillas, que sin embargo, no se clasifican entre las sustancias conjuntivas.

El defecto de la doctrina llamada de la sustancia conjuntiva se hace aún más evidente, cuando se reflexiona que muchos autores de patologia llaman tejido conectivo á todo tejido fibrilar de nueva formación y á todo tejido en que ven fibrillas con algunos núcleos, aun cuando carezcan estos de las propiedades asignadas al grupo.

Colocan algunos autores alemanes á la masa de tejidos que constituyen la sustancia gris, en el grupo de las sustancias conjuntivas, por tradición y por presentar los dos caracteres siguientes: estar provista de células ramificadas y estar constituída por una sustancia intercelular que se presenta reticulada, después de tratarla por el ácido crómico diluído. Estos dos caracteres son evidentemente insuficientes, pues hemos visto que las células ganglionares son igualmente ramificadas, y que mediante sus prolongaciones se ponen en contacto con la red de la sustancia gris, tomando de esta manera probablemente los elementos de su nutrición. ¿Por sí misma esta red constituye un tejido que se encuentre exclusivamente en el sistema nervioso central, ó más bien representa un tipo de tejido muy difundido en el organismo que sirve para la nutrición y sostenimiento de los elementos anatómicos? En una palabra, ¿el tejido de la red es análogo á la sutil trama del tejido reticulado que penetra en el interior de los diversos parenquimas?

Para contestar esta pregunta, es de capital importancia el

manifestar, que en realidad, debe distinguirse en la sustancia gris una trama de naturaleza discutible, conjuntiva ó epitelial, según todas las probabilidades, y que corresponde á la neuroglia de los centros nerviosos, y elementos esencialmente nerviosos que son las células ganglionares y los tubos de mielina.

Califican algunos autores (Pouchet y Tourneux por ejemplo) á la trama neuróglica, como de naturaleza nerviosa, basándose en la semejanza de sus células con las nerviosas. En efecto, las neuróglicas son atravesadas como estos últimos, por fibras que conservan su individualidad, y á este punto de vista sí son evidentemente comparables. El origen de unas y de otras, tiene lugar en un mismo punto y es en el epitelio del epéndimo medular, pero esta comunidad de origen no autoriza á que se les considere de la misma naturaleza, porque dos elementos procedentes de una misma formación embrionaria tienen lazos de parentesco, pero no son forzosamente idénticos. Hay mayor tendencia en la actualidad, en considerar como epiteliales los elementos neuróglicos, y se les compara con los elementos análogos de la retina y sobre todo con las *fibras de Müller* ó de sostén de este órgano, fibras ó células provistas de una parte fibrosa que atraviesa esta membrana en una dirección perpendicular á su superficie, y de una masa de protoplasma lateral, con su núcleo. Estas células son homogéneas en su origen y más tarde se diferencían convirtiéndose en fibra una parte de su protoplasma. Pasa en la neuroglia una cosa semejante, pues las células de este tejido envían prolongaciones de su protoplasma, que envuelven como una especie de manguillo á las fibras respectivas; y Renaut considera que el protoplasma celular es más activo que el fibrilar que se habría como desecado en la superficie de las fibrillas.

¿Dada la naturaleza conectiva especial de la neuroglia, es compatible, con los conocimientos histológicos adquiridos, el supuesto, de que la célula nerviosa y el tejido conectivo se encuentren en íntima continuidad?

Mucho tiempo se atribuyó á Remak, la teoría embriogénica que hace derivar el tejido conectivo, exclusivamente de la hoja blastodérmica media. El mismo Remak, desmintió esta aseveración, probando la posibilidad de que el tejido conectivo se desarrolle en parte de la hoja blastodérmica externa.

Las investigaciones de Stricker han probado, que una misma célula puede concurrir á la formación de los dos tejidos, nervioso y conjuntivo, para cuyo efecto una parte de su protoplasma se convierte en una especie de tejido y la otra en el opuesto. Si esta idea se admite, debemos concluir que en su primer bosquejo el sistema nervioso central, que corresponde á la porción de la hoja externa del blastodermo y que se designa con el nombre de lámina medular, consta: de un cúmulo de células germinales íntimamente conexas y que pueden separarse recíprocamente.

Que además, de esta lámina medular se desarrolla aún el epitelio que reviste la superficie interna del canal central; cuyo epitelio envía después prolongaciones, que se disponen en red, atraviesan toda la lámina medular, y se van á poner en relación inmediata y á confundirse tanto con la red de la sustancia gris, como con los elementos conectivos de la sustancia blanca.

Después de lo anterior, no debe sorprender de ninguna manera que la célula nerviosa esté en conexión con una red de sustancia conectiva. En el estado actual de nuestros conocimientos del desarrollo embrionario, no podemos sostener, que tejidos constituídos de elementos formales diversos, deban equivalerse fisiológicamente, sólo porque tal tejido y tal elemento están en inmediata conexión.

Los nuevos métodos de investigación, especialmente los de coloración, han enseñado que hay en la sustancia gris, una cantidad de fibras nerviosas mucho mayor que lo que se creyó en un principio. La sustancia gris está infiltrada en ciertos puntos, de fibras nerviosas *medulares*, y del tejido de la neuroglia sólo se ven islotes separados, pero estas fibras nada tienen que hacer, es decir, que no están en contigüidad con los trabículos de la red neuróglica.

La parte verdaderamente nerviosa de la sustancia gris, está formada de células ganglionares, unidas por algunas de sus prolongaciones. ¿Cuáles de éstas deben declararse como de naturaleza realmente nerviosa? Teóricamente lo serán aquellas de las cuales parte el influjo nervioso, pero en el hecho concreto, muchas veces es difícil averiguarlo.

En cuanto á la corteza cerebral, sabemos por los trabajos de Deiters, que una de las prolongaciones de las células ganglionares,

es precisamente el proceso basilar (quiere decir, el que la célula ganglionar envía en la dirección de la corona radiante) que se convierte en cilindro eje, y antes de confundirse con la fibra medular, toma una dirección en zigzag, descrita por Golgi. Cada célula de la corteza cerebral, tiene además un proceso (llamado *piramidal* para distinguirlo del anterior que parte de la base de la célula) que parte de su punta y se dirige hacia la superficie del cerebelo, cuyo proceso es más grueso que el protoplásmico y puede seguirse en el espesor de los cortes microscópicos, bajo la forma de un rasgo que atraviesa la red; proceso considerado como un cilindro eje.

Ha indicado recientemente Golgi un método de coloración (sublimado ó nitrato de plata), mediante el cual se puede demostrar, en el cerebelo, tanto las células ganglionares, como los corpúsculos de tejido conectivo y atribuir el proceso á su origen nervioso. Siguiendo este método, es raro que en un corte, se dibujen netamente por la plata todas las células ganglionares y aún todas las piramidales; pero basta que la reacción se manifieste bien en algunas de ellas. Se pueden reconocer entonces sus diferentes procesos protoplásmicos y el proceso cilindráxil, que se manifiesta dividido á cierta distancia, contrariamente de lo que se creía antes de Golgi.

Tratando pequeños fragmentos de la sustancia cortical del cerebro por una solución de ácido ósmico al 1 por ciento y examinando los cortes hechos perpendicularmente á la superficie, se pueden distinguir, bajo un corto aumento y examinándolos en el agua, al lado de las células ganglionares (que se presentan bajo forma de manchas claras), fibras nerviosas poco aparentes aun bajo las poderosas amplificaciones, pero que aparecen con los caracteres reconocidos de las fibras mielínicas, si se trata la preparación por algunas gotas de amoniaco. En otro lugar mencionamos este método como perteneciente á Exner. Tiene el inconveniente de que las preparaciones no son persistentes, defecto que se corrige siguiendo el consejo de Ranvier, y que consiste en someter á los vapores ósmicos por segunda vez, el corte hinchado por el tratamiento del amoniaco, añadir glicerina y cerrar la preparación.

El mejor proceder para aislar las células nerviosas, es el acon-

sejado por Ranvier en su Tratado de Técnica, y consiste: en colocar un corte de la médula del buey, que tenga 2 ó 3 milímetros de espesor, en 8 ó 10 centímetros cúbicos de alcohol al tercio; quitar después de cuarenta y ocho horas por medio de agujas de catarata, pequeños fragmentos de los cuernos anteriores, colocarlos en una probeta en la que se ha puesto agua destilada hasta los tres cuartos de su altura; agitar repetidas veces la probeta con el fin de disociar los fragmentos de sustancia gris; agregar algunas gotas de picrocarminato al centésimo, hasta que el líquido tome un tinte rosado, agregar después de una hora (tiempo calculado para la coloración de las células ganglionares) un centímetro cúbico de solución de ácido ósmico al centésimo, que sirve para fijar los elementos, disociados por el alcohol al tercio y coloreados por el picrocarmin. Los elementos que se han de estudiar y que se encuentran en el fondo de la probeta, á causa de su mayor densidad, se recogen con un tubito de vidrio adelgazado en su punta, se lavan con agua destilada para separarlos del exceso de los reactivos empleados, y finalmente, se les observa en el agua y bajo un débil aumento. Si se desea conservar la preparación, es preciso fundir sobre el porta-objetos, una gota de una mezcla de gelatina y glicerina, colocando el porta-objetos sobre de una lámina de cobre rojo calentada á 46°, y una vez fundida la gota, depositar sobre ella las células recogidas en la pipeta, haciendo homogénea la mezcla por medio de movimientos impresos á las agujas. Después se deposita el cubre-objetos como en toda preparación. En estas preparaciones se obtienen células ganglionares muy bellas, que muestran sus diferentes clases de procesos. El cuerpo de la célula es netamente fibrilar, como las prolongaciones protoplásmicas que de él emanan. Se distingue igualmente el núcleo ganglionar con su nucleolo.

Frecuentemente, el proceso cilindráxil, se ha roto á una pequeña distancia de la célula, casi siempre en un mismo punto de su trayecto, pero sin embargo, en cierto número de preparaciones se le puede ver continuarse mucho más allá de este punto, como puede juzgarse en una región en que se ha estrechado. En general, disminuye progresivamente su diámetro, á partir de su implantación en la célula ganglionar, para, en seguida,

ensancharse hsata tomar una forma regularmente cilíndrica. Finalmente, en el punto estrechado, que corresponde á la aparición de la mielina, y por consecuencia, á la formación del tubo nervioso, hay una condensación de la sustancia del cilindro eje, que parece más homogénea, más vitrosa y más frágil.

En los cortes perpendiculares á la superficie del cerebelo (previamente endurecido por el ácido ósmico y el alcohol), se distinguen las diversas capas que constituyen su estructura, de un modo muy aparente, por el contraste que determina el ácido ósmico. La sustancia blanca se presenta más oscura por formarla tubos nerviosos cuya mielina reduce el ácido; la capa llamada de los granos, muestra estriaciones negras y pardas correspondientes á las fibras de mielina que se desprenden de la sustancia blanca, y ascienden en proporción notable en medio de la capa de los granos, para alcanzar las células de Purkinje ó la capa granulosa superficial. Algunas de estas fibras tienen un trayecto casi directo; pero la mayor parte de ellas siguen los trabículos del plexo nervioso de la capa de los granos, llegan á los nudos de este plexo y se entrecruzan con otras fibras de mielina, antes de terminarse en la capa granulosa superficial. Las células de Purkinje se presentan bajo dos aspectos: granulosas, de tinte pardo y núcleo ganglionar muy distinto, ó bien retraídas y deformadas, de tinte oscuro, sin núcleo perceptible. Las prolongaciones de ambas formas celulares se ven claras (no obró el ácido ósmico) y van á perderse en un retículum cuyos trabículos se ven igualmente claros.

1. *Sustancia blanca.*—Los tubos nerviosos son los elementos fundamentales de esta sustancia; se encuentran reunidos generalmente en haces, cuyo diámetro es muy variable, según el punto que se examine. No se anastomosan ni se bifurcan en su trayecto, disposición opuesta á la que se observa normalmente en los tubos nerviosos del sistema periférico.

Los tubos que constituyen la sustancia blanca, se encuentran casi en contacto, pero casi siempre son perfectamente cilíndricos, y de ninguna manera prismáticos por la recíproca presión: están separados por una sustancia interpuesta que no es otra cosa sino la sustancia gris, unida con la neuroglia que al penetrar entre los tubos nerviosos les divide en haces más y más peque-

ños, á medida que los tabiques que ella forma se hacen más delicados.

La longitud de los nervios de la sustancia blanca, es casi desconocida á causa de la dificultad que hay para poder seguir estos elementos en su trayecto.

El examen de un haz nervioso en una larga extensión no es cierto y posible, sino en tanto que sus fibras constituyentes no están interrumpidas por células ganglionares ó no se separan del plano de sección; en el caso contrario, es imposible seguir su derrotero, y también cuando al salir de un haz, se dividen en una multitud de fibrillas que se desparpajan verdaderamente en todos sentidos y pueden penetrar en un entrecruzamiento de otras fibras. De más de esto, es de observación, que aún en la médula de los animales pequeños, apenas se encuentra alguna fibra cuyo trayecto completo puede verse en una sección plana, y por otra parte, la regla en el sistema nervioso central es que el trayecto de los haces de la periferia al centro, se encuentra interrumpido por la interposición de células ganglionares que cambian repetidas veces sus fibrillas.

Por motivo de estas grandes dificultades, han tratado los investigadores de orientarse en este dominio, siguiendo los métodos recientes que permiten descubrir y seguir los haces nerviosos. En 1852, demostró Waller que la sección de los nervios producía su degeneración en direcciones determinadas. Ludwig Türk, precisando más este punto, descubrió que la interrupción de los haces conductores de la médula, ocasionaba una degeneración que se propagaba á otros cordones fibrosos más bien hacia arriba que abajo de dicha interrupción. Gracias á los trabajos de Türk, Bouchard, Chacot y de otros varios autores, se ha logrado probar que existen en la médula y en el cerebro, y en lugares precisos, sistemas de fibras netamente determinados. Estas fibras cuando degeneran, se diferencian de las fibras sanas en toda la longitud de su trayecto, de suerte que su dirección puede ser seguida con facilidad.

Cuando se aisla la sustancia nerviosa periférica ó central de los animales recién nacidos, las fibras que están en relación con las partes lesionadas, no se desarrollan; progresivamente, llegan á destruirse en totalidad, probablemente por falta de desarrollo

de la vaina de mielina. Gudden utilizó esta noción, para practicar nuevas investigaciones metódicas: después de haber extirpado uno de los ojos de un animal, hizo cortes múltiples y pudo ver la atrofia consecutiva de las fibras del nervio óptico, así como también las terminaciones centrales de este nervio. Inspirándose en el mismo método Maynser y Ganser, han podido seguir: el primero, los haces del ciático en la médula, el segundo, el trayecto de las fibras nerviosas en la comisura anterior del cerebro.

Algunas veces se presentan casos en los que la naturaleza ha reproducido en el hombre un procedimiento experimental, análogo al de Gudden. Se han podido seguir por ejemplo, hasta la médula espinal superior, los haces nerviosos atrofiados después de la amputación intrauterina de un brazo; y Edinger examinando el sistema nervioso de un niño que murió á consecuencia de un extenso reblandecimiento de la corteza del lóbulo parietal, encontró que faltaba en la médula el entrecruzamiento de las pirámides. Por desgracia, en el adulto y después de las amputaciones, este método no da todo lo que de él se esperaba en un principio, á causa de que las diferenciaciones centrales no son tan notables como las que se observan en sus nervios degenerados y que permiten estudiar el trayecto de las fibras.

Gracias al estudio metódico de las degeneraciones secundarias y de las atrofias, las nociones acerca del trayecto de las fibras han realizado un progreso considerable; pero existe un nuevo método que se apoya en la observación del desarrollo de la envoltura mielínica de las fibras nerviosas y que presenta mayor utilidad. Corresponde á Flechsig el mérito de haber introducido y puesto en práctica este método, pues en su notable obra que se ocupa de las vías conductoras del cerebro y de la médula (1876), ha demostrado que los diversos haces que parecen homogéneos en un corte de los centros nerviosos del hombre adulto, se diferencían muy claramente en el embrión, por la razón de que adquieren su vaina de mielina hasta una época variable; circunstancia muy favorable para poder distinguir en este momento los sistemas de fibras de un corte transversal de la médula, por el contraste que resulta entre estos y los otros haces ya cubiertos en esta época por su vaina de mielina. El examen de las por-

ciones de la sustancia blanca en cortes transversales y longitudinales, es así más fácil y suministra resultados más seguros que el examen de los cordones nerviosos en los centros ya completamente formados.

Es muy interesante el ver aparecer una parte diferenciada en las células nerviosas de la médula, en una época muy temprana del desarrollo embrionario, porque en este momento las células se alejan notablemente de la estructura definitiva que adquieren en la edad adulta. Esta diferenciación demuestra que debe existir en estos elementos una estructura más compleja que la que les conocemos, apelando aún á las amplificaciones microscópicas más poderosas de que en la actualidad podemos disponer. Efectivamente, en las células embrionarias más desarrolladas, se percibe por lo general, una prolongación muy delgada, cuyos caracteres difieren de los otros procesos celulares. En primer lugar, jamás se ramifica; en seguida, parece homogénea y no encierra ninguna granulación; generalmente, el protoplasma celular presenta en su cercanía el mismo aspecto que en el resto de la célula; sin embargo, algunas veces parece ser más homogéneo. Ahora bien, esta apariencia homogénea, la pierde dicha prolongación cuando al salir de la sustancia gris, se introduce en la blanca y penetra después en un nervio; entonces se hace un cilindro eje ya no de apariencia homogénea, sino al contrario, fibrilar. Esta fibrilación existe ya en los embriones de borrego de diez centímetros de longitud, como lo ha comprobado Vignal, examinando los tubos nerviosos de la sustancia blanca, así como los nervios periféricos, no encontrando ni siquiera uno homogéneo, pues todos eran fibrilares en esta edad del embrión.

El conocimiento de estos detalles delicadísimos, solamente se ponen de manifiesto en embriones de animales, pues los productos de los abortos humanos correspondientes á esta época, se encuentran alterados por la maceración que han sufrido en la cavidad uterina. A pesar de esto, Eichhorst afirma que en el embrión humano, aparece el proceso cilindráxil hacia el fin del sexto mes.

Actualmente se cree y con razón, que las fibras nerviosas de la sustancia blanca, provienen de las células nerviosas de la sus-

tancia gris. La demostración de este hecho es muy difícil, porque en los embriones de menos de 45 milímetros de longitud, es casi imposible obtener células de largas prolongaciones, puesto que el protoplasma que las constituye es tan blando que se rompen con la mayor facilidad; en los embriones de mayor edad, las prolongaciones, encerradas en la red de la neuroglia, se desprenden difícilmente sin que se rompa la malla que las envuelve; sin embargo, en este período del desarrollo, como la red de neuroglia está aún poco desarrollada en la sustancia blanca, y como por otra parte el protoplasma de las células nerviosas ha adquirido cierta solidez, es muy frecuente encontrar, en una disociación, células de prolongaciones excesivamente largas, mucho más largas que la sustancia gris, y como estas prolongaciones se encuentran siempre quebradas, es preciso admitir que se introducen en la sustancia gris.

Posteriormente las prolongaciones celulares llegan á cubrirse de su vaina de mielina, pero nunca adquieren la membrana de Schwann como pasa en los nervios periféricos, que son elementos nerviosos más diferenciados que los tubos nerviosos del cerebro y de la médula espinal. La carencia de la vaina de Schwann explica las dificultades de la observación en el examen de los cortes del sistema nervioso central, por no acentuarse los contornos de los nervios, como sucedería en el caso en que estuvieran provistos de dicha membrana protectora. Mas como la mielina no aparece en el embrión, cubriendo desde un principio y á modo de un cilindro completo á la fibrilla nerviosa, sino que por el contrario lo va envolviendo poco á poco por el depósito sucesivo de dicha sustancia, el aspecto de la fibrilla en los diversos períodos de su crecimiento, permite que se la pueda seguir desde el punto en que se desprende de la célula nerviosa de la sustancia gris hasta verla continuarse con las raíces nerviosas que penetran en la sustancia blanca de la médula, en cuyo punto es bien sabido que abandonan dichas fibras constituyentes de las raíces, su membrana de Schwann.

La mielina hace su aparición en la médula, cuando el embrión de borrego tiene 16 centímetros de longitud, observándose primero en el haz posterior de este órgano, como lo ha comprobado Vignal en estudio sumamente concienzudo que puede consultarse en los "Archivos de Fisiología" del año de 1884.

A propósito del origen de la vaina de mielina de las fibras nerviosas del sistema central, se han emitido en la ciencia dos opiniones; una, por Eichhorst, el cual piensa que la mielina se desarrolla en la sustancia fundamental y que se ordena al derredor de las fibras, mientras que el antiguo núcleo de las células á expensas de las cuales se han formado las fibras, llega á aplicarse sobre esta vaina, después de haberse hecho libre en la sustancia fundamental. La otra opinión pertenece á Boll, que cree que las células mielínicas vienen de la sustancia gris, rodeando en seguida á las fibras nerviosas é infiltrándose previamente de granulaciones grasosas.

Acepta Vignal, como más fundada esta última opinión y cree por lo mismo, que tienen el mismo origen que las células de la neuroglia.

El desarrollo de las fibras nerviosas de la médula, se efectúa en consecuencia de la misma manera que el de las fibras de los nervios de la periferia. Aparecen primero bajo la forma de finas fibrillas envueltas en un protoplasma finamente granulado, cuyos gránulos, dice Vignal, gozan quizá un papel en la formación de nuevas fibrillas; crecen poco á poco y son envueltas después por células que provienen de fuera. Cuando la capa de protoplasma que las rodea se ha unido íntimamente con el de la célula de revestimiento, se desarrolla la mielina en esta capa protoplásmica, como sucede en las fibras periféricas. Explica que las fibras de la médula carezcan de membrana protectora, porque nacen de la sustancia gris embrionaria, mientras que las células de las fibras periféricas se derivan de las células conectivas embrionarias. Hace notar como un hecho curioso, el que dos células de origen tan diferente secreten una materia tan especial como es la mielina, circunstancia que tiende á robustecer la idea de que el protoplasma que rodea al cilindro eje, goza un papel de suma importancia en el mecanismo de esta secreción. Apoyaría igualmente esta hipótesis, el descubrimiento de Axel Key y Retzius, que han descrito la existencia de la mielina en algunas fibras de Remak.

Como las fibras de la médula no poseen membrana celular, no pueden tener *estrangulaciones anulares* y su mielina ofrece á menudo ensanchamientos bastante marcados por faltarles la contención de dicha membrana.

Las células que cubren á las fibras nerviosas de la médula son mucho más espaciadas que las células de los nervios periféricos, su núcleo hace una saliente en vez de estar alojado en una cuenca de la mielina como en esas fibras.

Después de haber trazado este pálido bosquejo del aspecto que ofrecen las fibras nerviosas en el embrión, vamos á terminar este escrito indicando uno de los mejores métodos que puedan emplearse para poner de manifiesto en los animales adultos, los tubos nerviosos de la médula espinal.

Las inyecciones intersticiales de ácido ósmico, que se efectúan en la sustancia blanca, sobre todo, en el cordón antero-lateral, permiten obtener, por disociación, preparaciones de tubos nerviosos de la médula espinal, en las cuales se puede reconocer que estos tubos tienen dimensiones muy variables y que no tienen estrangulaciones anulares, ni membrana de Schwann. Todos poseen un cilindro eje y una vaina de mielina, la cual puede encontrarse distendida y rota en uno ó varios puntos, lo que le da el aspecto de una membrana delgada y plegada. Los pequeños tubos son varicosos, y en algunos existe un núcleo alojado en una lámina de protoplasma que se encuentra aplicada en su superficie.

Cuando la acción del ácido ósmico no ha sido muy intensa, muestran los tubos nerviosos de la médula de un modo muy aparente, sus incisuras de Schmidt, observándose en su nivel una disposición señalada por Golgi, y que consiste en una apariencia de filamentos enrollados al derredor de los segmentos cilindro-cónicos, apariencia original de la mielina difícil de explicarse, si no es admitiendo que sirva en este punto para sostener á dichos segmentos.

En los cortes de la médula espinal, efectuados después de prévio endurecimiento por los bicromatos alcalinos, ó después de la acción sucesiva de los bicromatos y del ácido crómico, se pueden observar las relaciones de las células ganglionares con los tubos nerviosos. La coloración en masa de las piezas que se han puesto á endurecer, se logra bien con el picrocarmin, pero una sustancia colorante de nueva aplicación y que es la orceina, colorea los cortes de una manera verdaderamente admirable. La coloración se acentúa de preferencia en los cilindros ejes y en

las células de la neuroglia. Para conservar estas preparaciones, es indispensable montarlas en el bálsamo del Canadá, ó en la resina d'Ammar.

Tienen estas preparaciones la ventaja de dar siempre buenos resultados, cualesquiera que sea el mamífero escogido, así como el colorante que se haya empleado. Las células ganglionares, las de los cuernos anteriores y laterales, así como las de los cuernos posteriores, y las que se encuentran colocadas de cada lado del canal central, ofrecen dimensiones muy variables. Hay grandes, medianas y pequeñas, y, en general, la magnitud del núcleo está en relación con la de la célula.

¿Dada esta magnitud variable de las células nerviosas, se debe pensar, con algunos histólogos, que existe una relación forzosa entre las dimensiones y la función de dichas células? ¿Deben considerarse como motoras las grandes células, y como sensitivas las pequeñas, so pretexto de que existe menor proporción de las grandes en los cuernos posteriores que en los anteriores? Evidentemente que no, puesto que todas las células de los ganglios espinales tienen las mismas funciones, y sin embargo, difieren de volumen, al mismo grado que las células de la médula espinal.

Por este y otros procederes técnicos, se reconoce en verdad, que los histólogos han hecho todos los esfuerzos posibles, á fin de descubrir las conexiones importantes que unen entre sí á las diversas células ganglionares del cerebro y de la médula espinal. Mas correspondiendo este asunto en sus más particulares detalles á la histología topográfica, no creemos deber sobrecargar con ellos esta disertación ya de por sí demasiado cansada.

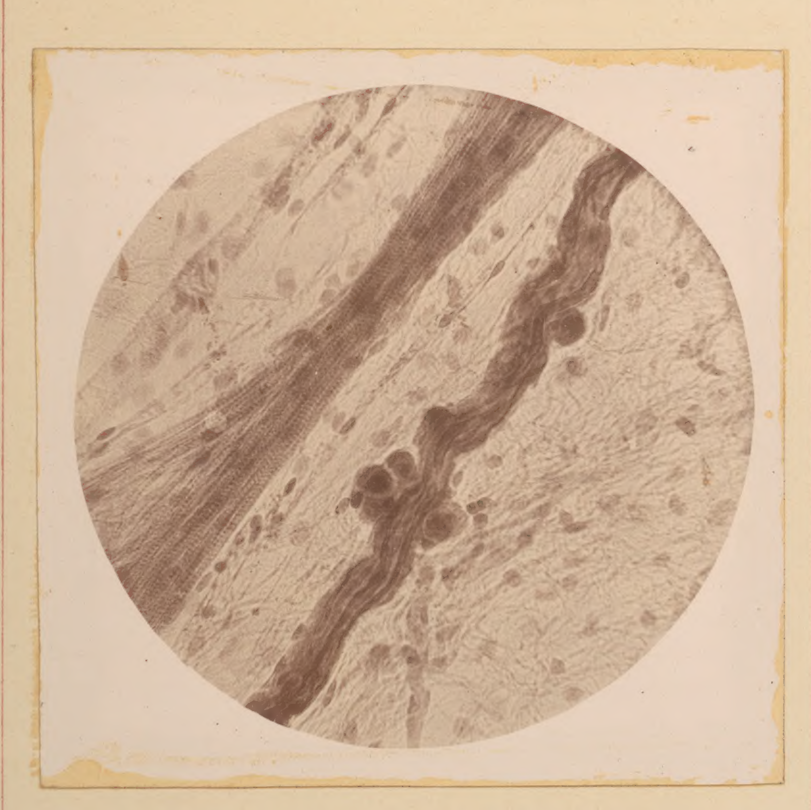
***

Doy las gracias á mi fino amigo el Sr. Dr. A. Gaviño Iglesias, Profesor de Bactereología en la Escuela de Medicina, por su exquisita amabilidad y la valiosa cooperación que me prestó para ejecutar las láminas que ilustran este cuaderno.

México, Enero 31 de 1889.

FRANCISCO HURTADO.

CONCURSO DE HISTOLOGIA.



Nervios del tabique interauricular de la rana.

$^{1}/_{100}^{mm} = 3$ milímetros.

MICROFOTOGRAFIA POR EL DR. A. GAVIÑO.